

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 779 798

②1 N° d'enregistrement national : 99 04446

⑤1 Int Cl⁶ : F 16 L 11/16

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 09.04.99.

③0 Priorité : 15.06.98 FR 09807525.

④3 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 17.12.99 Bulletin 99/50.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : COFLEXIP Société anonyme — FR.

⑦2 Inventeur(s) : HARDY JEAN et MORAND MICHEL
PAUL.

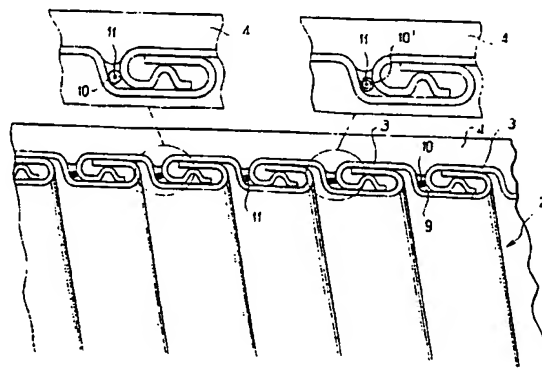
⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : CABINET FEDIT LORiot.

⑤4 CONDUITE FLEXIBLE AMELIOREE POUR LE TRANSPORT DES FLUIDES.

⑤7 Conduite flexible (1) améliorée pour le transport des
fluides.

Elle est du type comprenant, de l'intérieur vers l'exté-
rieur, une carcasse métallique (2) flexible à enroulement hé-
licoïdal de spires (3) non jointives, un jonc compressible
(10) disposé dans le déjoint (9) entre les spires consécuti-
ves dudit enroulement hélicoïdal, une gaine interne d'étan-
chéité (4) extrudée sur ladite carcasse métallique, au moins
une nappe d'armures (6) enroulée autour de ladite gaine
d'étanchéité interne (4) et au moins une gaine d'étanchéité
externe (8) disposée autour de ladite nappe d'armures, ca-
ractérisée en ce que le jonc compressible présente une dé-
formation volumique importante en compression au moins
égale à 50 %.



FR 2 779 798 - A1

CONDUITE FLEXIBLE AMÉLIORÉE POUR LE TRANSPORT DES FLUIDES

5

La présente invention concerne une conduite flexible susceptible d'être utilisée pour le transport de fluides tels que des hydrocarbures par exemple.

Plusieurs types de conduites flexibles sont utilisés. Certaines
10 conduites flexibles comprennent de l'intérieur vers l'extérieur, une gaine interne d'étanchéité en matière plastique, élastomère ou autre matériau approprié relativement souple ; un tube métallique flexible non étanche qui doit résister aux efforts développés par la pression du fluide circulant dans la conduite ; une ou plusieurs nappes d'armures et au moins une gaine
15 d'étanchéité externe en matériau polymérique. Ce type de conduite flexible est souvent dénommé "smooth-bore" par les spécialistes en la matière.

D'autres conduites flexibles dénommées "rough-bore" comprennent, de l'intérieur vers l'extérieur, un tube métallique flexible non étanche, appelé carcasse, constitué par un profilé enroulé en spires agrafées les unes
20 sur les autres, comme par exemple un feuillard agrafé ou un fil de forme agrafé tel qu'un fil en T, en U, en S ou en Z, une gaine d'étanchéité interne en matériau polymérique, une ou plusieurs nappes d'armures capables de résister aux efforts développés par la pression du fluide circulant dans la conduite et aux efforts extérieurs auxquels est soumise la conduite flexible,
25 et au moins une gaine de protection externe du type polymérique.

Dans ce dernier type de conduites flexibles, la gaine d'étanchéité interne est directement extrudée, en continu, sur ladite carcasse qui présente entre les spires enroulées des interstices ou dé joints.

Pour assurer un bon contact entre la gaine d'étanchéité interne et
30 la carcasse métallique, il est nécessaire que le diamètre interne de la gaine d'étanchéité interne soit le plus proche possible et même égale au diamètre externe de la carcasse métallique flexible.

Lors de la fabrication d'une conduite flexible du type "rough-bore", la gaine d'étanchéité interne qui est extrudée sur la carcasse
35 métallique, se contracte sur cette dernière au cours du refroidissement.

Suivant les matériaux utilisés pour la réalisation de la gaine d'étanchéité interne, on observe, après refroidissement, des déformations appelées "retassures" qui apparaissent sur la face interne de ladite gaine d'étanchéité interne et notamment de part et d'autre des dé joints entre les spires de la carcasse métallique. De telles retassures sont dues, semble-t-il, au rétreint différentiel du matériau utilisé pour la gaine d'étanchéité interne, en raison de la variation du gradient de refroidissement dans l'épaisseur de la gaine d'étanchéité interne, cumulé à l'effet des dé joints des spires de la carcasse métallique. En effet, la gaine plastique d'étanchéité extrudée étant en contact par sa face interne sur la carcasse métallique qui est à la température ambiante, il en résulte que le refroidissement de ladite face interne est très rapide, ce qui provoque des irrégularités de surface ou retassures ; ce phénomène est amplifié au niveau des dé joints des spires de la carcasse métallique, le rétreint différentiel en ces endroits provoquant des variations d'épaisseur locales de la gaine d'étanchéité interne. Lorsque la gaine d'étanchéité est en polymère semi-cristallin, sensible à la présence de défauts de surface entraînant une déchéance de la gaine pouvant aller jusqu'à la rupture, comme par exemple le PVDF, cela entraîne très souvent, en fonctionnement, une dégradation de ladite gaine d'étanchéité (rupture) qui n'assure plus alors sa fonction d'étanchéité.

Pour remédier à un tel inconvénient et pour résoudre le problème posé par l'apparition des retassures, il fut trouvé et adopté la solution qui consiste à disposer, entre la carcasse métallique et la gaine d'étanchéité interne, une sous-couche sacrificielle de faible épaisseur, en un matériau approprié tel que du PVDF. La gaine d'étanchéité interne est extrudée alors sur ladite sous-couche sacrificielle mais en s'assurant qu'il n'y est pas de "soudure" ou liaison intime entre la gaine d'étanchéité et la sous-couche "sacrificielle", afin que les fissures qui se propagent depuis la face interne de la sous-couche vers l'extérieur soient bloquées à l'interface de la gaine d'étanchéité et de la sous-couche sacrificielle. C'est ce qui est décrit dans WO 95/2478.

L'inconvénient majeur de cette solution est le glissement susceptible de se produire entre la gaine d'étanchéité interne et la sous-couche sacrificielle au niveau des extrémités de la conduite flexible, ainsi que les

surcoûts de matière première et de transformation (manufacturing) occasionnés par la présence de ladite sous-couche sacrificielle.

Il est également possible de réaliser une sous-couche sacrificielle sous la forme d'un ruban mince (2 mm d'épaisseur maximum) obtenu à partir d'un homopolymère ou d'un copolymère. De façon naturelle, la gaine extrudée, appelée également gaine de pression, et la sous-couche sacrificielle, sous forme d'un film ou de ruban, présentent, au niveau des déjoints, une déformation qui permet l'accrochage de l'ensemble, constitué par la gaine et la sous-couche sacrificielle, avec le feuillard agrafé de la carcasse interne, la déformation n'étant pas suffisante pour créer des retassures de chaque côté de chaque déjoint, en raison des conditions thermiques engendrées dans le volume ainsi créé.

D'autres solutions ont été recherchées pour éliminer l'apparition des retassures ou atténuer leurs effets.

Parmi ces dernières solutions qui ont pour objet la mise en place d'une gaine d'étanchéité interne présentant, après refroidissement, une face interne cylindrique et lisse, mettent en œuvre une conformation qui est soit interne, avec comme inconvénient principal la création de fissures longitudinales sur la face interne de la gaine d'étanchéité et un repli de matière sur la face externe, soit externe avec comme inconvénient l'absence totale d'ancrage de la gaine d'étanchéité sur la carcasse métallique.

Dans la technique de fabrication de conduites flexibles du type "smooth-bore", qui consiste à réaliser séparément la gaine interne d'étanchéité par tout moyen approprié tel que l'extrusion, et la carcasse métallique, on a préconisé de chauffer la gaine d'étanchéité ou la carcasse métallique, une fois que les deux éléments sont assemblés afin de maintenir ou de rendre plastique la gaine d'étanchéité pour l'obliger à fluer dans les déjoints des spires de la carcasse métallique. De tels procédés de fabrication sont décrits notamment dans FR-B-74 14 398 (COFLEXIP) et l'addition n° 71 16 880 (IFP).

Mais ces procédés ont pour unique but de provoquer un fluage permanent de la gaine d'étanchéité polymérique entre les spires de la carcasse métallique, après ou en même temps que des contraintes sont développées dans la gaine d'étanchéité interne pour réaliser un contact

intime, les contraintes développées étant par exemple dues à une mise en pression de ladite gaine interne d'étanchéité.

Dans un exemple de mise en œuvre décrit dans le brevet FR-B-74 14 398 et concernant une conduite flexible comprenant une gaine
5 périphérique extrudée sur un ensemble comprenant de l'intérieur vers l'extérieur, une gaine interne d'étanchéité, une voûte de pression, deux nappes d'armures et un treillis métallique, il est préconisé de chauffer l'ensemble avant l'extrusion de la gaine périphérique de façon à maintenir au moins la face interne de ladite gaine périphérique à l'état plastique ou plus
10 exactement à l'état thermoplastique afin, et c'est le but recherché, de faire fluier la face interne dans les mailles du treillis métallique, pour les remplir totalement et ainsi réaliser l'accrochage total de la gaine périphérique sur le treillis métallique. Dans ces conditions, il est impératif de chauffer fortement l'ensemble, à des températures qui sont de l'ordre de plusieurs
15 centaines de degrés Celsius. De telles techniques ont donné de si mauvais résultats qu'elles ont été abandonnées très rapidement, car le remplissage aussi bien des interstices de la voûte de pression que des mailles du treillis métallique rigidifiait la conduite et diminuait en conséquence la propriété essentielle de flexibilité qu'elle doit présenter impérativement.

Dans le brevet US 3 311 133, il est décrit une conduite
20 comprenant une carcasse métallique interne constituée par un feuillard agrafé en forme de S et dans les déjoints duquel est interposé un jonc compressible. Le but poursuivi est de contrôler le jeu entre les spires du feuillard tout en assurant une certaine flexibilité à ladite carcasse. Le jonc
25 préconisé dans ce brevet est réalisé dans un matériau dense même s'il est compressible et qui présente des propriétés mécaniques et plastiques telles qu'il n'est pas utilisable dans l'application spécifique de la présente invention et qui sera décrite ultérieurement. Un inconvénient du jonc compressible de l'art antérieur est qu'il ne permet pas une reprise de l'effort
30 de traction lors de sa pose entre les spires de la carcasse métallique interne.

Dans la demande 96 10 490 déposée par la demanderesse, il est préconisé de chauffer la carcasse métallique à une température inférieure à 100°C, en amont des moyens d'extrusion, de manière à éviter un refroidissement brutal de la face interne de la gaine d'étanchéité lors de son
35 extrusion sur la carcasse métallique. Les travaux effectués sur les conduites

flexibles à carcasse chauffée au préalable ont montré que le thermofluage de la gaine d'étanchéité interne était augmenté et que, parfois, cela conduisait à un blocage du feuillard. Un tel blocage a pour conséquence de déplacer la fibre neutre lors de la sollicitation en flexion et de ce fait, d'augmenter la déformation sur l'extrados de la gaine d'étanchéité interne ou gaine de pression. Or, lorsque la conduite flexible complète est cintrée au MBR (Minimum Bending Radius) et si le feuillard est bloqué, il est aisé de comprendre que pour une déformation de l'ordre de 6 % sur l'extrados de la gaine de pression, il se produit pratiquement une déformation d'environ 10 à 12 % sur l'intrados, ce qui n'est pas acceptable. De plus, les thermoplastiques présentent un allongement au seuil qui diminue au fur et à mesure que la température décroît, ce qui signifie que leur capacité de déformation est également diminuée aux basses températures. Ce phénomène n'a qu'une importance relative avec des matériaux à déformation élastique importante, typiquement supérieure à 12 % à la température de sollicitation, à condition que leur capacité à se déformer se conserve dans le temps. Par contre, avec des matériaux dont la déformation élastique est limitée, typiquement inférieure à 10-12 % à la température de sollicitation, une rupture peut se produire à cause du dépassement de cette capacité de déformation.

L'utilisation de matières thermoplastiques dont la capacité de déformation est élevée (supérieure à 10 %) n'a pas donné de bons résultats car les matières thermoplastiques connues ne résistent pas aux températures supérieures à 130-150°C (homo ou copolymère de PVDF) ou présentent d'autres inconvénients comme une mauvaise résistance au fluage (PFA). C'est la raison pour laquelle, et pour une température d'effluent d'environ 130°C, il est utilisé du homopolymère de PVDF plastifié. Toutefois, le plastifiant disparaît progressivement au cours du temps, ce qui conduit à un thermoplastique non plastifié qui ne résiste pas aux sollicitations thermiques et mécaniques. La perte du plastifiant est également problématique dans la partie de la conduite qui est logée dans l'embout terminal.

De plus, la mise en œuvre industrielle de la carcasse chauffée et de l'extrusion subséquente de la gaine d'étanchéité interne pose de réels problèmes. En effet, en fonction de la viscosité de la matière plastique utilisée pour la gaine d'étanchéité interne et la température de chauffage de la carcasse métallique, il se produit un thermofluage plus ou moins

important dans les déjoints. Comme les caractéristiques physico-chimiques de ladite matière plastique peuvent varier d'un lot à un autre, il est pratiquement impossible de maîtriser le thermofluage dans les conditions normales de mise en œuvre industrielle ; souvent, on a constaté un
5 thermofluage total, c'est-à-dire à un remplissage complet des déjoints. Il est aisé de comprendre qu'un thermofluage total peut aboutir à un blocage de la carcasse métallique et donc à une flexibilité réduite de la conduite. Par exemple, au-dessus de 90 % de remplissage du déjoint par la gaine d'étanchéité interne, il y a un risque de blocage en certains endroits de la
10 conduite flexible.

La présente invention a pour but de remédier aux inconvénients précités et de proposer une conduite flexible dans laquelle au moins la gaine d'étanchéité interne est réalisée avec des matières thermoplastiques présentant seules ou en combinaison un thermofluage important et un
15 allongement visco-élastique inférieur à 10-12 % sur toute la plage des températures comprise entre les limites d'utilisation et sans formation de retassures.

Pour ce faire, on combine, d'une part, les effets du chauffage de la carcasse de manière à éviter la formation de retassure ainsi que cela est
20 expliqué dans la demande précédemment analysée et déposée au nom de la demanderesse et, d'autre part, en limitant le thermofluage de la gaine d'étanchéité interne dans les déjoints des spires de la carcasse afin de ne pas bloquer le mouvement du feuillard constituant ladite carcasse, tout en obtenant un accrochage positif de la gaine d'étanchéité interne sur ladite
25 carcasse, ledit accrochage résultant du thermofluage limité dans les déjoints.

Un objet de la présente invention est un procédé de fabrication d'une conduite flexible pour le transport de fluides tels que des hydrocarbures, du type comprenant, de l'intérieur vers l'extérieur, une carcasse métallique flexible à enroulement hélicoïdal de spires non jointives, un jonc
30 compressible disposé dans le déjoint entre les spires consécutives dudit enroulement hélicoïdal, une gaine interne d'étanchéité extrudée sur ladite carcasse métallique, au moins une nappe d'armures enroulée autour de ladite gaine d'étanchéité interne et au moins une gaine d'étanchéité externe disposée autour de ladite nappe d'armures, et elle est caractérisée en ce que

le jonc compressible présente une déformation volumique en compression volumique au moins égale à 50 %.

Le fait d'utiliser un jonc qui est fortement compressible, notamment sous faible charge en contrainte, permet au thermofluage de se produire lors de l'extrusion de la gaine d'étanchéité interne sur la carcasse métallique tout en limitant la pénétration à une valeur prédéterminée.

Selon une autre caractéristique, la carcasse métallique est chauffée avant l'extrusion de la gaine d'étanchéité, ce qui facilite le thermofluage tout en évitant la formation de retassures.

Selon une autre caractéristique, le jonc est réalisé dans un matériau alvéolaire comprenant entre 40 et 60 % en volume de cellules creuses et présentant un premier module d'élasticité E_1 de la partie cellulaire et un deuxième module d'élasticité E_2 de la partie dense, le rapport des deux modules E_1/E_2 étant au moins supérieur à 10.

Selon une autre caractéristique, le jonc est constitué par un tube creux qui peut être réalisé dans un matériau dense de préférence, ou alvéolaire.

D'autres avantages et caractéristiques apparaîtront plus clairement à la lecture de la description d'un mode de réalisation préféré de l'invention, ainsi que des figures annexées sur lesquelles :

- la figure 1 est une vue en perspective partielle et arrachée d'une conduite flexible,

- la figure 2 est une vue schématique et partielle d'une partie de la carcasse métallique revêtue d'une partie d'une gaine d'étanchéité interne selon la présente invention,

- la figure 3 représente une courbe de la contrainte en N/mm linéaire en fonction du déplacement en pour-cent.

La conduite flexible 1 selon l'invention est du type comprenant de l'intérieur vers l'extérieur :

- une carcasse métallique 2 réalisée par un enroulement hélicoïdal d'un fil métallique à spires 3 non jointives et de section prédéterminée, par exemple en S comme dans l'exemple représenté sur la figure 2,

- une gaine d'étanchéité interne 4 disposée par extrusion autour de la carcasse métallique 2,

- une voûte de pression 5,
- une ou plusieurs nappes d'armure 6,
- éventuellement une bande intermédiaire 7, et
- une gaine d'étanchéité externe 8.

5 La gaine d'étanchéité externe 8 peut être également extrudée sur la bande intermédiaire 7 lorsqu'elle existe ou sur la nappe d'armures extérieure 6, les gaines d'étanchéité interne 4 et externe 8 étant réalisées dans une matière plastique commune ou dans des matières plastiques différentes en fonction des besoins et de la destination de la conduite flexible 1.

10 La carcasse métallique étant à spires 3 non jointives, un espace ou déjoint 9 est ménagé entre deux spires consécutives 3. Pendant ou après la fabrication de la carcasse métallique 2, un jonc compressible 10 est disposé dans les dé joints 9 (figure 2). Le jonc compressible 10 peut, selon l'étape de fabrication pendant laquelle il est inséré dans les dé joints, se positionner au fond de ces derniers ou à une certaine hauteur du fond desdits dé joints. Dans tous les cas, il est positionné de sorte qu'au plus 75 % du volume de chaque dé joint peut être rempli, par la matière de la gaine d'étanchéité interne 4, ladite matière venant en appui sur le jonc compressible. Bien entendu, la géométrie du jonc compressible est adaptée à la forme du dé joint ; dans une forme de réalisation préférée de l'invention, la section dudit jonc compressible présente une section au moins égale à 25 % de la section droite du dé joint au pas moyen du feuillard agrafé ayant été utilisé pour la fabrication de la carcasse métallique de manière à s'assurer, comme précisé précédemment, qu'au plus 75 % du volume soit disponible pour le thermofluage de la gaine d'étanchéité interne.

Dans un premier mode de réalisation, le jonc compressible est fabriqué dans un matériau qui doit répondre à certaines caractéristiques et notamment :

- 30 - présenter un taux de compression volumique au moins égal à 50 % et il est choisi dans la famille des élastomères hydrogénocarbonés et, de préférence, dans la famille des élastomères siliconés ou silicofluorés,
- résister au moins cinq minutes à la température à laquelle est portée la gaine d'étanchéité interne pendant son extrusion sur la carcasse métallique.
- 35

Selon un mode de réalisation préféré de l'invention, le jonc compressible est réalisé dans un matériau cellulaire qui présente une compressibilité volumique importante sous une faible charge, la matière dense dudit jonc occupant un volume compris entre 40 et 60 % du volume total dudit jonc. En se référant à la figure 3, qui représente, d'une part, une première courbe C_1 (partie gauche) représentant la contrainte en Newton par millimètre linéaire et une deuxième courbe C_2 représentant le retour élastique après compression, d'autre part, on constate que le matériau présente un premier module d'élasticité E_1 relative à la partie creuse dudit matériau et un deuxième module d'élasticité E_2 relative à la partie dense du même matériau. Le module E_1 est déterminé par la droite D_1 qui est tangente à la courbe C_1 pour le point d'abscisse de 40 % environ, alors que le module d'élasticité E_2 est déterminé par la droite D'_1 qui est tangente à la courbe C_1 pour le point d'abscisse de 75 % environ. Le rapport E_1/E_2 est dans tous les cas supérieur à 10 et de préférence supérieur à 30. Sur la courbe C_1 , il est constaté que pour un déplacement en volume (ou compression) de 50 % du jonc, la contrainte qu'il faut appliquer pour obtenir un tel déplacement est de 0,4 N/mm linéaire et que pour 65 % de déplacement, la contrainte est de l'ordre de 1,3 N/mm linéaire, la compression totale de la partie alvéolaire du jonc correspondant à un déplacement de 80 % pour une contrainte de 4 N/mm linéaire. La courbe C_2 montre que le matériau testé présente un retour élastique d'au moins 60 %, c'est-à-dire que le matériau, lorsque la compression cesse, retrouve pratiquement sa forme et son volume initiaux. Dans tous les cas, la compressibilité volumique est importante sous une faible contrainte qui est inférieure à 1 Newton par millimètre linéaire pour un déplacement de 60 % de matière dudit jonc.

Dans un deuxième mode de réalisation, le jonc compressible est réalisé sous la forme d'un tube creux 10', de section circulaire de préférence. Les diamètres externe et interne du tube creux sont choisis, en fonction de la nature du matériau utilisé pour la fabrication dudit tube creux, de telle sorte que le volume occupé par ledit jonc à l'état comprimé est au plus égal à la moitié du volume occupé par ledit jonc à l'état non comprimé. Un matériau préféré pour la fabrication du jonc est un élastomère siliconé ou hydrogénocarboné de dureté shore A comprise entre 65 et 85.

Le diamètre extérieur du tube creux est de l'ordre de 0,6 à 0,7 fois la profondeur du déjoint ou hauteur libre de la carcasse. Pour un feillard constituant la carcasse de dimensions 48 x 1,2 mm, le diamètre sera de $0,6 \times 4 \times 1,2 = 2,88$ mm, pour un feillard de 40 x 0,8 mm, le diamètre est de préférence $0,7 \times 4 \times 0,8 = 2,24$ mm.

L'épaisseur de la paroi du tube creux est de 0,1 à 0,25 et de préférence de 0,12 à 0,15 fois le diamètre dudit tube creux.

De manière à permettre la reprise de l'effort de traction nécessaire à sa pose dans les dé joints 9 de la carcasse métallique, au moins un renfort 11 est soit noyé dans la masse du jonc compressible 10 lorsque le matériau utilisé est alvéolaire, soit disposé de préférence dans la partie creuse du tube constituant le jonc. Dans les deux cas, le renfort est unidirectionnel et réalisé dans une matière minérale, organique ou végétale. Le renfort unidirectionnel confère en outre une certaine raideur longitudinale au jonc, de sorte que le rapport $\Delta l/l$ soit sensiblement proche de zéro, ce qui facilite davantage sa mise en place dans les dé joints ainsi que la reprise de l'effort de traction auquel il peut être soumis lors de sa mise en place dans les dé joints du feillard ; cela évite ainsi la variation (diminution) de section du jonc et permet de maintenir la compacité du jonc dans les dé joints telle qu'elle était initialement (40 à 60 %) avant sa mise en place. Dans le cas du tube creux, le renfort 11 est disposé de préférence, au centre dudit tube bien que le positionnement puisse être différent. De même, il est possible de loger le renfort 11 dans la matière constituant ledit tube en n'importe quel endroit.

Bien entendu, si l'effort de traction est relativement faible lors de la mise en place dans les dé joints, alors il est possible de ne pas utiliser un renfort dans le jonc.

Un procédé de fabrication de la conduite flexible décrite ci-dessus, consiste à interposer le jonc compressible lorsque la carcasse métallique 2 est sous tension axiale et avant que la gaine plastique 4 ne soit extrudée sur ladite carcasse métallique. La mise sous tension axiale de la carcasse métallique a pour conséquence de permettre au dé joint 9 d'être à leur ouverture maximum, de sorte que le jonc peut être facilement logé dans les dé joints ouverts. Lorsque la tension axiale est relâchée, les dimensions des dé joints se réduisent, ce qui permet au jonc compressible d'être

maintenu dans la position appropriée pour limiter le fluage de la gaine 4 dans les déjoints.

Toutes les formes ou sections du jonc sont possibles telles que circulaire, triangulaire, rectangulaire pour autant que, dans tous les cas elles
5 soient compatibles avec la section droite du déjoint de la carcasse dans lequel le jonc est disposé.

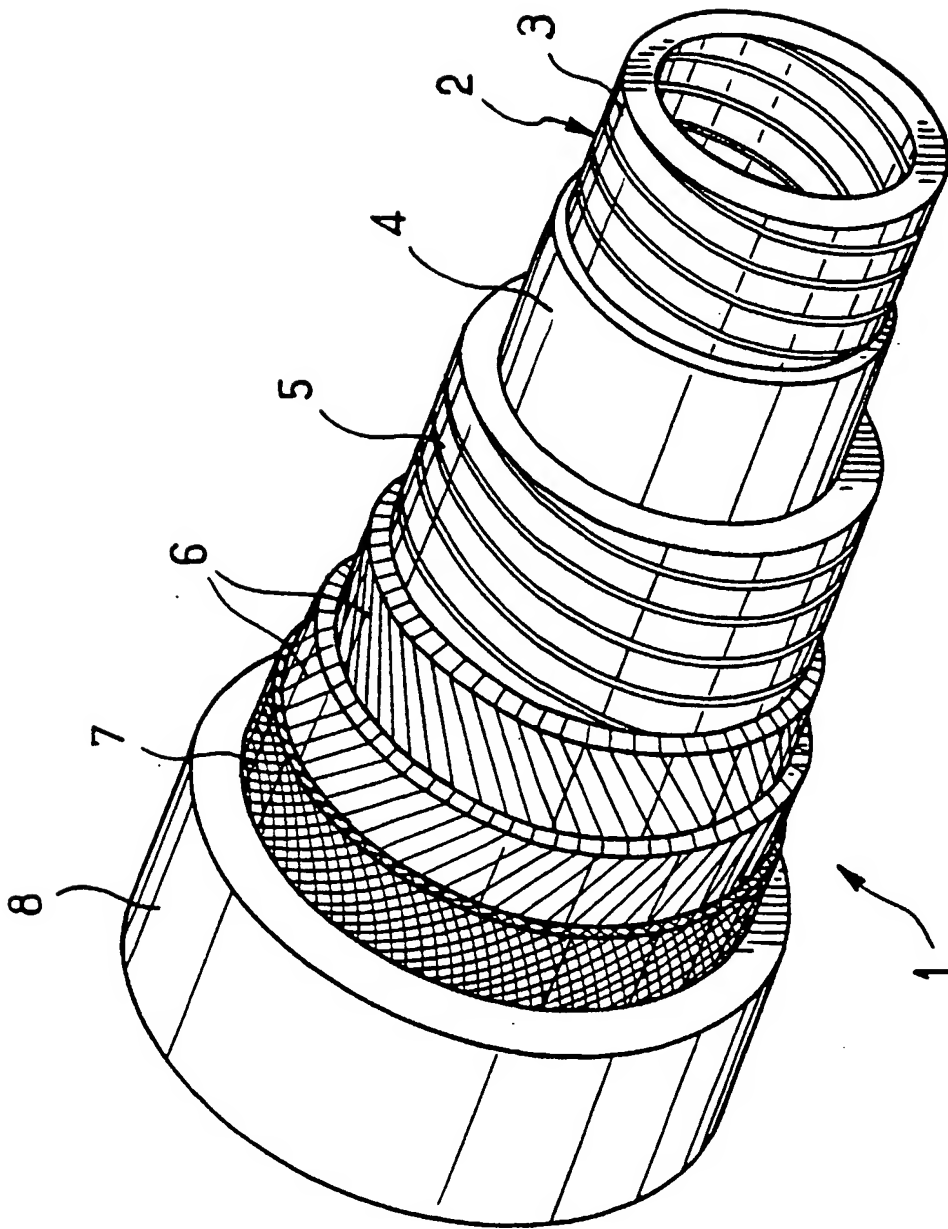
L'utilisation d'un jonc sous forme d'un tube creux au lieu d'un jonc plein alvéolaire permet de s'adapter davantage aux dimensions du déjoint. En effet, lorsque le déjoint est relativement important, le jonc
10 occupe le déjoint tout en étant largement ouvert. Lorsque le déjoint présente une largeur peu importante c'est-à-dire lorsque deux spires consécutives de la carcasse sont plus rapprochées, le jonc se déforme dans le sens de la hauteur du déjoint par rapprochement des parois du jonc qui se trouve plus fermé. Pour une largeur du déjoint encore plus réduite, le jonc peut être
15 aplati avec mise en contact des parois qui se sont comprimées par les spires de la carcasse. Ainsi quelle que soit la configuration de la carcasse, le tube creux formant le jonc peut être utilisé grâce à sa meilleure adaptation aux dimensions des déjoints.

REVENDICATIONS

1. Conduite flexible (1) pour le transport de fluides tels que des hydrocarbures, du type comprenant, de l'intérieur vers l'extérieur, une carcasse métallique (2) flexible à enroulement hélicoïdal de spires (3) non jointives, un jonc compressible (10) disposé dans le déjoint (9) entre les spires consécutives dudit enroulement hélicoïdal, une gaine interne d'étanchéité (4) extrudée sur ladite carcasse métallique, au moins une nappe d'armures (6) enroulée autour de ladite gaine d'étanchéité interne (4) et au moins une gaine d'étanchéité externe (8) disposée autour de ladite nappe d'armures, caractérisée en ce que le jonc compressible (10, 10') présente une déformation volumique importante en compression au moins égale à 50 %.
2. Conduite flexible (1) selon la revendication 1, caractérisée en ce que le jonc est réalisé dans un matériau cellulaire constitué par une partie de matière dense et par des cellules creuses, la matière dense occupant un volume compris entre 40 et 60 % du volume total dudit jonc (10), en ce que ledit matériau présente un premier module d'élasticité (E_1) correspondant à une compression des cellules creuses et un deuxième module d'élasticité (E_2) correspondant à une compression de ladite matière dense, le rapport (E_1/E_2) du premier module d'élasticité sur le deuxième module d'élasticité étant au moins égale à 10.
3. Conduite flexible (1) selon la revendication 2, caractérisée en ce que le matériau cellulaire présente une contrainte faible jusqu'à 50 % de la compression, ladite contrainte étant inférieure à un Newton par millimètre linéaire dudit jonc (10).
4. Conduite flexible (1) selon la revendication 3, caractérisée en ce que ladite contrainte est inférieure à 0,6 N par millimètre linéaire dudit jonc.
5. Conduite flexible selon la revendication 1, caractérisée en ce que le matériau présente une contrainte supérieure à un Newton par millimètre linéaire du jonc à partir de 65 % de compression.
6. Conduite flexible (11) selon la revendication 1, caractérisée en ce que le rapport E_1/E_2 desdits modules d'élasticité est supérieur à 30.
7. Conduite flexible (1) selon la revendication 1, caractérisée en ce qu'il est constitué par un tube creux (10').

8. Conduite flexible (1) selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que la profondeur de pénétration de la gaine d'étanchéité interne (4) dans les déjoints (9) est au plus égale à 75 % de la profondeur des déjoints.
- 5 9. Conduite flexible (1) selon la revendication 8, caractérisée en ce que la profondeur de pénétration est avantageusement de 50 % et de préférence de 30 %.
10. Conduite flexible selon la revendication 1 ou 7, caractérisée en ce que le matériau du jonc compressible est un élastomère contenant du
10 silicium et de préférence un élastomère silicofluoré.
11. Conduite flexible selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisée en ce qu'au moins un renfort unidirectionnel (11) est logé dans le jonc compressible (10, 10'), de manière à conférer à ce dernier une raideur longitudinale facilitant la mise en place dudit jonc dans les déjoints
15 (9) de la carcasse métallique (2).
12. Conduite flexible (1) selon la revendication 10, caractérisée en ce que le renfort unidirectionnel (11) est en matière minérale ou organique ou végétale.
13. Conduite flexible selon les revendications 11 et 7, caractérisée en
20 ce que le renfort unidirectionnel (11) est disposé sensiblement au centre du tube creux (10').
14. Procédé de fabrication de la conduite flexible selon la revendication 1, caractérisé en ce que le jonc compressible (10) est enroulé dans les déjoints (9) de la carcasse métallique (2) lorsque cette dernière est
25 sous tension axiale et que les déjoints (9) sont à leur ouverture maximum.

1 / 3

FIG. 1

2 / 3

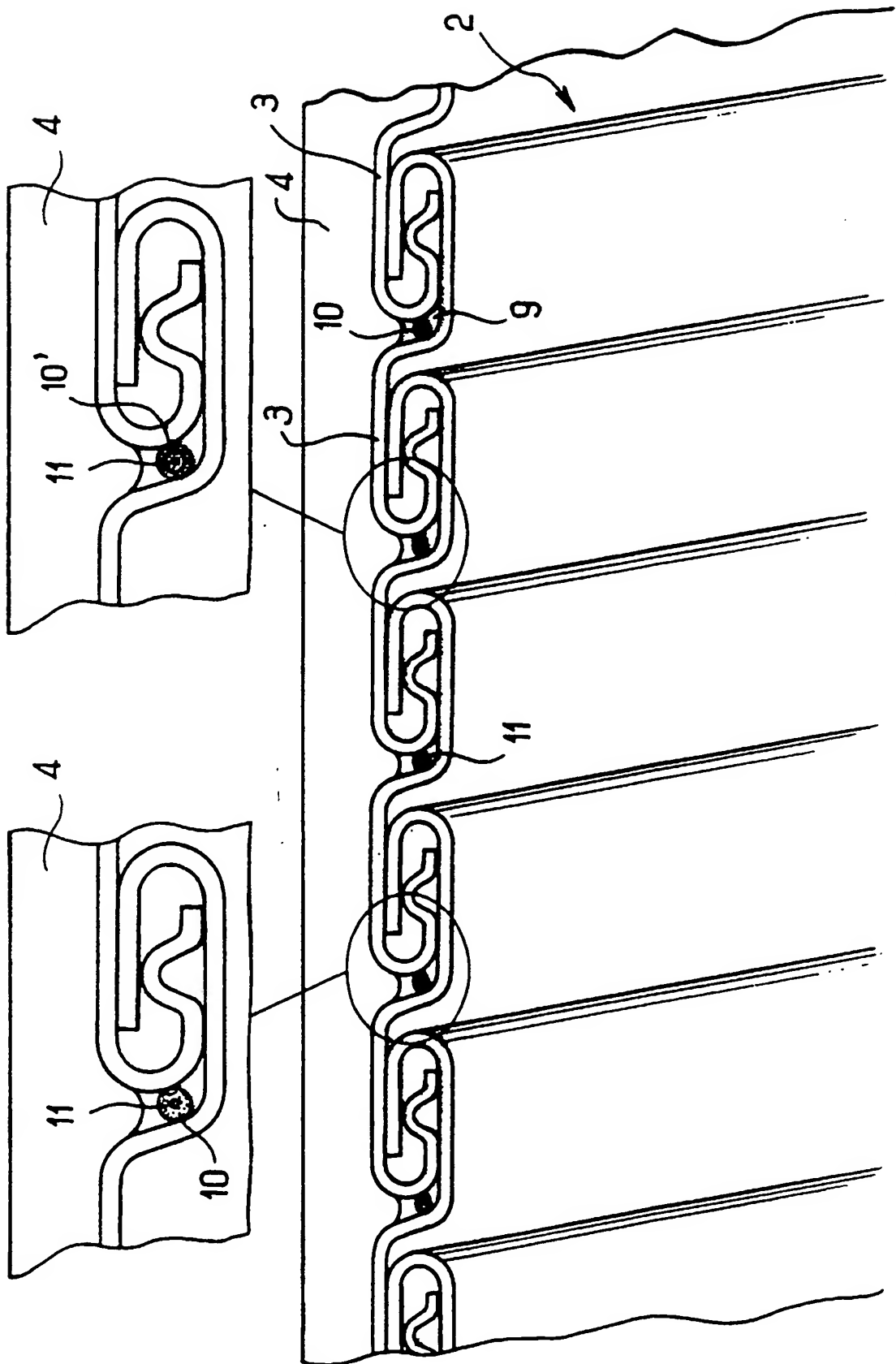
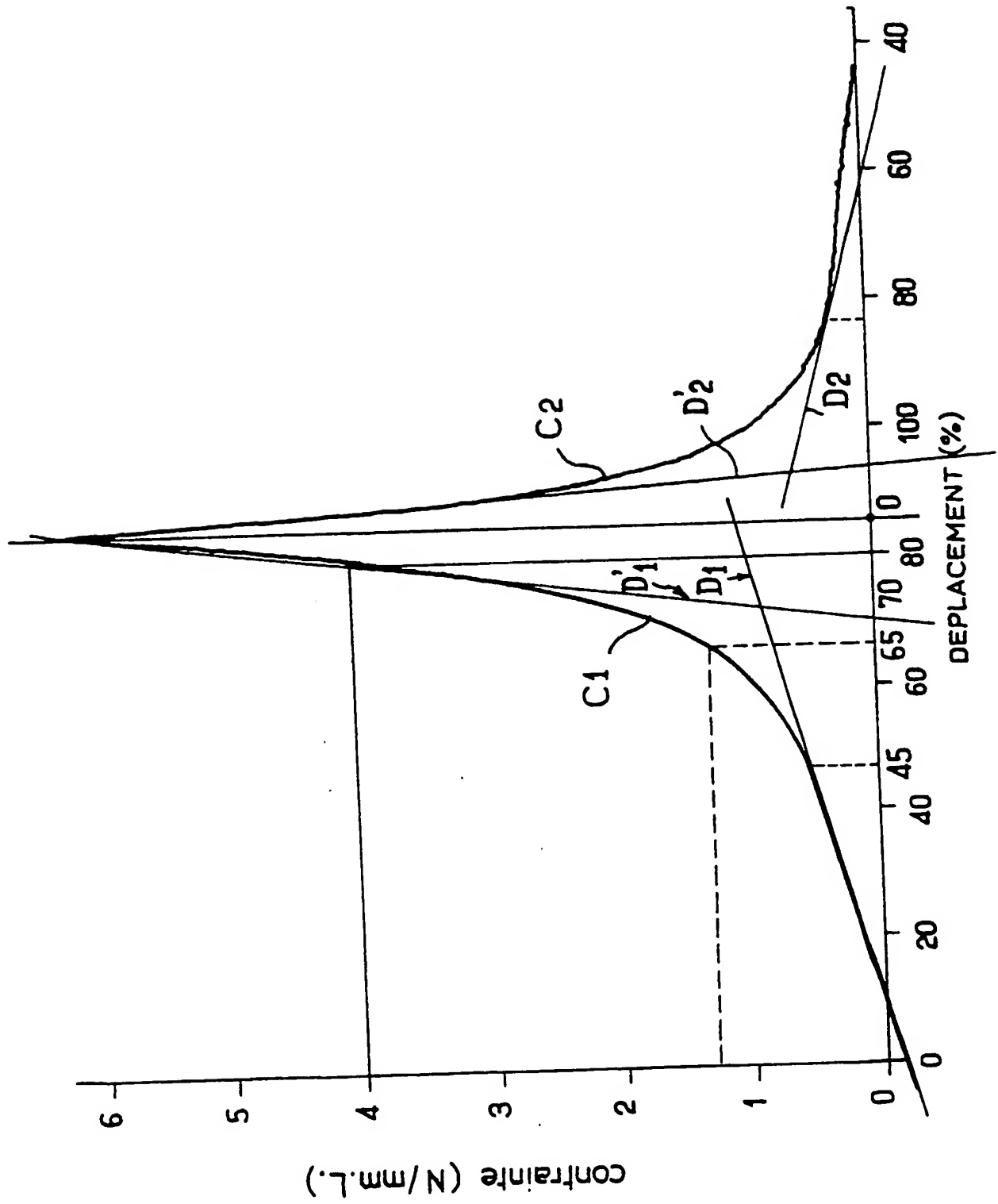


FIG. 2

3 / 3

**FIG. 3**

**INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIETE INDUSTRIELLE**

RAPPORT DE RECHERCHE PRELIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 570159
FR 9904446

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
A	FR 2 732 441 A (COFLEXIP) 4 octobre 1996 * page 9, ligne 34 - page 11, ligne 14 * * page 12, ligne 11 - ligne 19; figures 1,3-5 *	1-14
A	US 5 601 893 A (STRASSEL ALBERT ET AL) 11 février 1997 * revendication 1; figures 4-6 *	1-14
A,D	FR 2 752 904 A (COFLEXIP) 6 mars 1998 * figures *	1
A	US 3 311 133 A (KINANDER) 28 mars 1967 * revendication 1; figures *	1
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CL.6)
		F16L
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
17 juin 1999		Budtz-Olsen, A
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		
X particulièrement pertinent à lui seul Y particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O divulgation non-écrite P document intercalaire T théorie ou principe à la base de l'invention E document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure D cité dans la demande L cité pour d'autres raisons & membre de la même famille, document correspondant		